

#3

Attorney Docket: 622ZI/48609CP
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

*Priority P
T. Steptoe
2-5-02*

Applicant: BERND MAISENHOELDER ET AL.
Serial No.: 09/916,114
Filed: JULY 27, 2001
Title: WAVE GUIDE PLATE PROCESS OF MANUFACTURING
SAME AS WELL AS MICROPLATE

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Box Missing Parts

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 2000 0160/00, filed in Switzerland on January 27, 2000, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

November 19, 2001

Donald D. Evenson
Registration No. 26,160
Vincent J. Sunderdick
Registration No. 29,004

CROWELL & MORING, LLP
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844

DDE/VJS/ajf



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

Gli uniti documenti sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, - 3. Feb. 2000

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti


Rolf Hofstetter

de la Propriété Intellectuelle

Projet

Patentgesuch Nr. 2000 0160/00

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Wellenleiterplatte und Verfahren zu ihrer Herstellung sowie Mikrotiterplatte.

Patentbewerber:

BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT

FL-9496 Balzers

LI-Liechtenstein

Vertreter:

Zimmerli, Wagner & Partner AG

Löwenstrasse 19

8001 Zürich

Anmeldedatum: 27.01.2000

Voraussichtliche Klassen: G02B

Unveränderliches Exemplar
Exemplaire invariable
Esemplare immutabile

1

100000

B E S C H R E I B U N G**WELLENLEITERPLATTE UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG
SOWIE MIKROTITERPLATTE****Technisches Gebiet**

5 Die Erfindung betrifft eine Wellenleiterplatte und ein Verfahren zu ihrer Herstellung sowie eine eine solche Wellenleiterplatte umfassende Mikrotiterplatte, wie sie z. B. für analytische Zwecke im biochemischen und medizinischen Bereich eingesetzt werden.

10 **Stand der Technik**

Aus der US-A-5 675 691 ist eine gattungsgemässe Wellenleiterplatte bekannt, bei der Koppelgitter hergestellt werden, indem auf ein Substrat aus Glas, insbesondere Quarzglas, Keramik oder vorwiegend organischem Material eine
15 Wellenleiterschicht aus TiO_2 , Ta_2O_5 , HfO_2 , Y_2O_3 , Al_2O_3 , Nb_2O_5 , Nitrid oder Oxynitrid von Al, Si oder Hf aufgebracht wird, wobei eine Zwischenschicht von 20 nm Dicke z. B. aus SiO_2 vorgesehen sein kann, und durch Ablation oder Veränderung des Brechungsindex mittels Belichtung durch zwei überlagerte
20 Strahlen eines Excimer-Lasers oder durch einen von einer Maske modifizierten Strahl zu strukturieren. Statt dessen kann auch eine Zwischenschicht, z. B. aus TiO_2 , bei der die Ablationsschranke tiefer liegt, strukturiert werden, die entweder auf die Wellenleiterschicht oder direkt auf das
25 Substrat aufgebracht und in letzterem Fall nach der Strukturierung mit der Wellenleiterschicht überlagert wird. Die Gitterkonstanten liegen beispielsweise bei 375 nm oder 440 nm. Die Gitterfläche ist frei wählbar und kann z. B. 1 mm × 1 mm oder 8 mm × 8 mm betragen.

180400

Aus US-A-5 822 472 ist eine Wellenleiterplatte für chemische Analysen bekannt, die auf einem Träger aus Kunststoff, Glas oder Quarz eine Wellenleiterschicht von 40 nm bis 160 nm Dicke aus TiO_2 , ZnO , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , HfO_2 oder ZrO_2 trägt.

5 Dazwischen kann eine Zwischenschicht aus nicht lumineszierendem Material von niedrigem Brechungsindex, z. B. Quarz von beispielsweise 100 nm Dicke angeordnet sein, die zugleich als Haftvermittler dient. Es sind ein Einkoppelgitter und ein Auskoppelgitter vorgesehen, welche

10 mit bekannten photolithographischen oder holographischen und Aetzverfahren entweder im Träger oder in der Wellenleiterschicht angelegt sind und eine Gitterkonstante von zwischen 200 nm und 1'000 nm aufweisen. Die Gitter können Dimensionen von 2 mm (linienparallel) \times 4 mm

15 aufweisen bei einer Gesamtfläche der Wellenleiterplatte von 12 mm \times 20 mm.

Aus J. Dübendorfer, R. E. Kunz: 'Compact integrated optical immunosensor using replicated chirped grating coupler sensor chips', Applied Optics 37/10 (1. 4. 1998) ist eine

20 Wellenleiterplatte bekannt mit einer Trägerplatte aus Polycarbonat, in welche ein modulierte Einkoppelgitter mit zwischen 420 nm und 422,8 nm variierender Gitterkonstante und ein Auskoppelgitter mit zwischen 595,1 nm und 600,8 nm variierender Gitterkonstante eingeprägt wurde. Anschliessend

25 wurde mittels Niedertemperatur-DC-Magnetron-Sputterns eine Wellenleiterschicht aus TiO_2 mit einer Dicke von 137 nm und einem Brechungsindex von 2,346 aufgebracht und schliesslich die Wellenleiterplatte silanisiert. Der Einkoppelwinkel liegt bei $-9,5^\circ$, der Auskoppelwinkel bei $22,5^\circ$.

30 US-A-5 738 825 ist eine Mikrotiterplatte entnehmbar, an deren Unterseite eine Wellenleiterschicht von 20 nm bis 1'000 nm, vorzugsweise 30 nm bis 500 nm Dicke aus TiO_2 ,

16000

Ta₂O₅, HfO₂, ZrO₂, SiO₂, Si₃N₄, Al₂O₃, Nb₂O₅, Nitrid oder Oxynitrid von Al, Si oder Hf angebracht und von einer Kunststoffschicht bedeckt ist. Unterhalb jeder Kavität sind Ein- und Auskoppelgitter angebracht. Die Gitter weisen eine Gitterkonstante von zwischen 330 nm und 1'000 nm, insbesondere ca. 400 nm bis 800 nm auf und sind mit lithographischen oder mechanischen Methoden hergestellt.

Aus der CH-A-688 165 ist eine Wellenleiterplatte bekannt mit einem Substrat aus Kunststoff, z. B. Polycarbonat, dessen Oberfläche mechanisch - durch Tiefziehen, Prägen oder beim Spritzgiessen desselben - strukturiert, insbesondere mit einem Koppelgitter versehen wurde und eine durch ein PVD-Verfahren aufgebrachte Wellenleiterschicht aus TiO₂, Ta₂O₅, ZrO₂, Al₂O₃, SiO₂-TiO₂, HfO₂, Y₂O₃, Nb₂O₅, Siliziumnitrid, Oxinitrid, SiO_xN_y, HfO_xN_y, AlO_xN_y, TiO_xN_y, MgF₂ oder CaF₂ trägt. Zur Verminderung der Dämpfungsverluste ist eine vor der Wellenleiterschicht auf das Substrat aufgebrachte ca. 20 nm dicke Zwischenschicht aus einem anorganischen dielektrischen Material wie SiO₂ vorgesehen, die zugleich als Haftvermittler dient.

Alle oben beschriebenen Wellenleiterplatten sind nach Verfahren hergestellt, mit denen keine befriedigende Gleichmässigkeit des Koppelgitters zu erzielen ist, so dass der Koppelwinkel verhältnismässig stark schwankt. Dies führt dazu, dass beim Gebrauch die relative Winkellage des Belichtungsgeräts und der Wellenleiterplatte bei jedem Schritt aufwendig optimiert werden muss. Einige der beschriebenen Verfahren sind auch sehr aufwendig oder gestatten keine sehr grossen Stückzahlen bei gleichbleibender Qualität.

18000

Aus EP-A-0 602 829 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Gitterstruktur auf einem Substrat z. B. für einen DBR-Halbleiterlaser bekannt, bei welchem zuerst eine Phasenmaske hergestellt wird und anschliessend das Substrat, z. B. InP, unter dem Lithrow-Winkel durch die Phasenmaske hindurch belichtet wird. Die Belichtung kann mittels einer Hg-Xe-Bogenlampe mit einem Durchmesser der Lichtquelle von 0,25 mm erfolgen, wobei drei Linien von um 365 nm Wellenlänge herausgefiltert werden. Das Substrat befindet sich im Nahfeld der Phasenmaske, d. h. in einer Entfernung von höchstens 10 μm .

Zur Herstellung der Phasenmaske wird ein Quarzsubstrat mit drei Schichten, einer Photoresistschicht, einer dünnen Germaniumschicht und schliesslich einer Schicht eines elektronenstrahlempfindlichen Resist bedeckt. Anschliessend wird die oberste Schicht durch Elektronenstrahlschreiben, Entwicklung der obersten Schicht und Entfernen der nichtbelichteten Teile strukturiert. Die Struktur wird durch reaktives Ionenätzen, zuerst mit CF_3Br und dann O_2 auf die darunterliegenden Schichten übertragen und schliesslich durch einen weiteren Schritt reaktiven Ionenätzens auf das Quarzsubstrat selbst, worauf die Reste der Schichten entfernt werden. Die Gitterkonstante kann z. B. zwischen 190 nm und 250 nm liegen. Die Phasenmaske kann mehrere Zentimeter lang sein und das Gitter kann sich über ihre ganze Länge erstrecken. Die Länge der Linien beträgt allerdings in der Regel nur 5-20 μm . Grössere Längen sind möglich; erfordern aber sehr lange Bearbeitungszeiten. In der Praxis sind Gitter von mehr als 1 mm^2 kaum mit vernünftigem Aufwand und guter Genauigkeit herzustellen. Insbesondere sind Versetzungsfehler beim Elektronenstrahlschreiben nicht zu vermeiden.



Darstellung der Erfindung

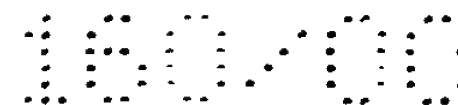
Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Wellenleiterplatte anzugeben, welche mit geringem Aufwand durchführbare rasche Analysen gestattet. Diese Aufgabe wird 5 durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst. Ausserdem soll eine auf einer solchen Wellenleiterplatte beruhende Mikrotiterplatte angegeben werden. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 13 gelöst. Durch die auch bei grossen Gitterlängen engen Grenzen, innerhalb 10 welcher der Koppelwinkel schwankt, ist es möglich, grössere Teile der Wellenleiterplatte oder Mikrotiterplatte gleichzeitig zu belichten und auszulesen. Auch nacheinander erfolgende Belichtungen verschiedener Teile der Wellenleiterplatte oder Mikrotiterplatte sind vereinfacht, 15 da eine Neuoptimierung der relativen Winkellage derselben und der Belichtungseinheit nicht erforderlich oder jedenfalls sehr erleichtert ist.

Weiters liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemässen 20 Wellenleiterplatte anzugeben, welches die Anlage grosser, insbesondere linienparallel langer Gitter mit grosser Präzision erlaubt, Gestaltungsfreiheit bezüglich der Anordnung der Gitter gibt und dabei einfach und wirtschaftlich ist. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im 25 Kennzeichen des Anspruchs 14 gelöst. Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt darüberhinaus die Herstellung grosser Serien von Wellenleiterplatten in gleichbleibender Qualität und mit innerhalb enger Grenzen gleichbleibenden optischen Eigenschaften wie Kopleffizienzen und insbesondere 30 Koppelwinkeln.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren, welche lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellen, näher erläutert. Es zeigen

- 5 Fig. 1 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemässe Wellenleiterplatte mit gestrichelt angedeutetem Aufsatz, der sie zu einer Mikrotiterplatte ergänzt,
- Fig. 2 einen Schnitt längs II-II in Fig. 1,
- 10 Fig. 3 schematisch den Einsatz einer Mikrotiterplatte mit einer erfindungsgemässen Wellenleiterplatte,
- Fig. 4a-e verschiedene Schritte der Herstellung einer erfindungsgemässen Wellenleiterplatte,
- 15 Fig. 5 schematisch den für die Belichtung der Photolackschicht während der Herstellung der erfindungsgemässen Wellenleiterplatte verwendeten Aufbau,
- Fig. 6 die Phasenmaske und das Glassubstrat mit der Photolackschicht unter der Belichtung und
- 20 Fig. 7a-g verschiedene Schritte der Herstellung einer Phasenmaske für die Herstellung einer erfindungsgemässen Wellenleiterplatte.



Wege zur Ausführung der Erfindung

Die erfindungsgemässe Wellenleiterplatte besteht (Fig. 1, 2, die Darstellungen sind schematisch und nicht massstäblich) aus einem Glassubstrat 1, z. B. aus AF 45 der Schott DESAG mit Abmessungen von 102 mm × 72 mm und einer Dicke von 0,7 mm, das einseitig eine Wellenleiterschicht 2 aus Ta₂O₅ von 150 nm Dicke trägt. Ihr Brechungsindex beträgt bei einer Wellenlänge von 633 nm 2,11.

Auf der die Wellenleiterschicht 2 tragenden Oberfläche sind mehrere parallele, voneinander beabstandete Koppelgitterstreifen 3 angelegt, welche sich linienparallel jeweils über die ganze Breite der Wellenleiterplatte erstrecken. Die Breite jedes der Koppelgitterstreifen 3 beträgt 0,5 mm. Die Gitterperiode beträgt $\Lambda = 360$ nm, das Nut-Steg-Verhältnis ist ca. 1:1, die Gittertiefe ca. 20 nm. Die das Gitter definierenden Parameter sind jeweils über die ganze Länge des Koppelgitterstreifens sehr genau eingehalten. Dadurch halten sich Änderungen des Koppelwinkels Θ , unter dem ein von unten durch das Glassubstrat 1 gegen den Koppelgitterstreifen 3 gerichteter Lichtstrahl, insbesondere einer Wellenlänge von ca. 633 nm, mit maximaler Koppelleffizienz in die Wellenleiterschicht 2 eingekoppelt wird, in sehr engen Grenzen. Längs den Linien eines Koppelgitterstreifens 3 ändert er sich höchstens um 0,05°/cm. Auf der gesamten Wellenleiterplatte bleibt die Abweichung des Koppelwinkels Θ von einem Mittelwert, der im beschriebenen Fall 2,31° entspricht, unter 0,15°.

Wie in Fig. 3 dargestellt und in Fig. 1 angedeutet, wird die Wellenleiterplatte für den Einsatz zur chemischen Analyse insbesondere biologischer Substanzen durch einen

180400

- wabenartigen Aufsatz 4 aus Kunststoff zu einer Mikrotiterplatte ergänzt. Der Aufsatz weist eine Deckplatte 5 auf, welche von in einem regelmässigen Raster angeordneten runden Oeffnungen 6 von z. B. ca. 8 mm Durchmesser durchbrochen ist. An jede der Oeffnungen 6 schliesst an der Unterseite der Deckplatte 5 ein unten offener Rohrabschnitt 7 an, der eine Kavität 8 seitlich begrenzt und der am unteren Ende mit der Wellenleiterplatte 2 dicht verbunden, z. B. verklebt ist.
- 10 Soll der Inhalt einer Kavität 8 auf die Konzentration bestimmter Moleküle untersucht werden, so wird in an sich bekannter Weise ein benachbarter Koppelgitterstreifen 3 der Wellenleiterplatte 2 mittels einer geeigneten Lichtquelle unter dem Koppelwinkel Θ mit Licht einer bestimmten
- 15 Wellenlänge, im Beispiel mittels eines He-Ne-Lasers mit Licht von 633 nm Wellenlänge, belichtet. Das durch die Wellenleiterschicht 2, welche den Boden der Kavität 8 bildet, zum benachbarten Koppelgitterstreifen 3' geleitete und dort wieder ausgekoppelte Licht regt Moleküle in der
- 20 Kavität 8 zu Fluoreszenz an, welche von einer Optik 9 registriert und dann analysiert wird. Die hohe Genauigkeit, mit der der Koppelwinkel Θ über die Länge des Koppelgitterstreifens 3 eingehalten wird, erlaubt eine gleichzeitige Untersuchung der längs desselben angeordneten
- 25 Kavitäten mit hoher Effizienz. Da der Koppelwinkel Θ über die gesamte Wellenleiterplatte 2 nur wenig vom Mittelwert abweicht, ist jedoch auch für die Untersuchung der nächsten Reihe von Kavitäten 8 keine aufwendige Optimierung desselben erforderlich.
- 30 Zur Herstellung der Wellenleiterschicht 2 wird, wie in Fig. 4a-e schematisch dargestellt, zuerst auf das Glassubstrat 1 Photolack, z. B. AZ1518, 1:4 verdünnt mit

180000

AZ1500, beide von Clariant, bei 1'300 U/min aufgebracht und anschliessend 30 min bei 90°C im Ofen ausgebacken, dann wird Aquatar des gleichen Herstellers bei 1'400 U/min aufgebracht und während 15 min bei 90°C wiederum im Ofen ausgebacken.

- 5 Die so hergestellte Photolackschicht 10 weist eine Reflexivität von weniger als 1% auf (Fig. 4a).

In einem nächsten Schritt wird die Photolackschicht 10 während 70 sec belichtet. Dazu wird das Glassubstrat 1 in den Aufbau gemäss Fig. 5 eingebracht, einem Mask Aligner MA4
10 der Firma Süss, München, welcher eine modifizierte Quecksilberdampflampe 11 mit modifizierter nachgeschalteter Optik 12 und Umlenkspiegel 13 umfasst. Die Optik 12 umfasst einen Bandpassfilter, der z. B. die I-Linie mit 365 nm Wellenlänge herausfiltert sowie einen Polarisator, der
15 vorzugsweise eine s-Polarisation erzeugt. Zur Verbesserung der Parallelität der Strahlen wird das Fliegenauge aus dem Strahlengang entfernt, eine Lampe mit möglichst kleinem Bogen verwendet und möglichst weit vom Substrat entfernt.

Die Belichtung erfolgt durch eine Phasenmaske 14. Sie
20 umfasst ein Substrat aus einem transparenten Material, im Beispiel Quarz, mit einem Beugungsgitter, das eine strukturierte Schicht aus intransparentem Material, im Beispiel Chrom, trägt, welche hier von in regelmässigen Abständen aufeinanderfolgenden Streifen durchbrochen ist.
25 Phasenmasken dieser Art können bei Ibsen in Farum (Dänemark) bezogen werden und werden etwa wie folgt hergestellt:

Ein Quarzsubstrat 15 wird mit einer Photolackschicht 16 bedeckt (Fig. 7a) und dieselbe im Zweistrahlinterferenzverfahren belichtet und entwickelt (Fig. 7b). Anschliessend
30 wird auf der Oberfläche des Quarzsubstrats 15 durch Aetzen und anschliessendes Entfernen des Photolacks ganzflächig ein



Beugungsgitter hergestellt (Fig. 7c). Dann wird die besagte Oberfläche zur Gänze mit einer Chromschicht 17 bedeckt (Fig. 7d). Auf die Chromschicht 17 wird nun eine durchgehende Photolackschicht 18 aufgebracht (Fig. 7e) und durch eine mittels Elektronen- oder Laserstrahlschreiben strukturierte Maske hindurch belichtet. Dann wird der Photolack entwickelt (Fig. 7f) und die Chromschicht 17 an den nicht von Photolack bedeckten Teilen durch Ätzen entfernt. Schliesslich werden zur Fertigstellung der Phasenmaske 14 die Reste der Photolackschicht 18 entfernt (Fig. 7g). Die Struktur der Maske bestimmt so, welche Teile der Phasenmaske transparent sind.

Das Glassubstrat 1 ist so unterhalb der Phasenmaske 14 angeordnet, dass die Photolackschicht 10 mit derselben in Vakuumkontakt steht. Die Oberseite der Phasenmaske 14 wird unter einem Winkel belichtet, der etwa dem Lithrow-Winkel Θ_L , bei welchem der Einfallswinkel gleich dem Winkel der ersten Beugungsordnung ist, entspricht, insbesondere nicht mehr als 10° , vorzugsweise nicht mehr als 5° von demselben abweicht. Unter diesen Bedingungen bildet sich im Nahfeld unterhalb der transparenten Bereiche der Phasenmaske 14 ein ausgeprägtes Beugungsmuster, dessen Struktur dem des Gitters der Phasenmaske 14 entspricht (Fig. 6). Alternativ dazu kann die Phasenmaske 14 auch unter einem Winkel belichtet werden, der etwa einem rechten Winkel entspricht, insbesondere nicht mehr als 10° , vorzugsweise nicht mehr als 5° von demselben abweicht (gestrichelt eingezeichneter Umlenkspiegel 13'). In diesem Fall hat das Beugungsmuster im Nahfeld der Phasenmaske 14 die halbe Periode des Gitters derselben.

Nach der Belichtung wird die Aquatar-Schicht durch Spülen mit destilliertem Wasser entfernt und dann der Photolack entwickelt (Fig. 4b). Anschliessend werden die nicht mit

180400

Photolack bedeckten Teile der Oberfläche des Glassubstrats 1 mit Ar und CHClF_2 bei einem Druck von 0,02 mbar in einem Parallelplattenreaktor mit kapazitiver Anregung des Plasmas bei 13,6 MHz und einer RF-Leistung von 50 W geätzt. Die Aetztiefe beträgt 20 nm. Dann wird der Photolack entfernt. Dazu wird er zuerst während 60 sec reaktivem Ionenätzen in Sauerstoffplasma bei einem Druck von 0,2 mbar und einer RF-Leistung von 50 W ausgesetzt und dann mit Remover AZ100, Deconex und destilliertem Wasser abgelöst (Fig. 4d).

10 Schliesslich wird die Wellenleiterschicht 2 durch reaktives gepulstes DC-Magnetron-Sputtern oder mit einer zwischen 1kHz und 1 MHz liegenden Frequenz AC-überlagertes DC-Magnetron-Sputtern in einer Anlage Balzers MSP1000 ähnlich wie in EP-A-0 508 359 beschrieben aufgebracht (Fig. 4e). Dieser Schritt erfolgt in einer Ar-O₂-Atmosphäre bei einem Druck von 3,7 µbar. Das Targetmaterial ist Tantal. Schliesslich wird die Wellenleiterplatte durch Wafersägen auf ihre Endgrösse zugeschnitten.

Das beschriebene Verfahren gestattet es, vor allem dank der Belichtung durch eine Phasenmaske, auf einfache Weise Wellenleiterplatten mit diffraktiven Koppelgittern in grossen Stückzahlen herzustellen. Der Umstand, dass die Phasenmaske im Zweistrahlinterenferenzverfahren strukturiert wird, erlaubt die Herstellung auch grosser fehlerfreier Gitter mit hoher Präzision, während andere Strukturierungsmethoden wie etwa Elektronenstrahlschreiben wegen der dabei fast unvermeidlichen Versetzungsfehler dazu nicht geeignet sind.

Die erfindungsgemässe Wellenleiterplatte kann vielfach abgewandelt werden, ohne dass der Grundgedanke der Erfindung verlassen würde. So ist es für viele Anwendungen

18.000

ausreichend, wenn Änderungen des Koppelwinkels θ längs der Gitterlinien nicht mehr als $0,1^\circ/\text{cm}$ betragen. Auch Abweichungen bis zu $0,3^\circ$ oder sogar $0,5^\circ$ vom Mittelwert über die gesamte Wellenleiterplatte sind in vielen Fällen
5 zulässig. Es können auch variable Gitter mit z. B. linear veränderlichem Linienabstand hergestellt werden.

Auch beim Herstellungsverfahren sind viele Abweichungen möglich. So kann etwa auch beim für das Verfahren entscheidenden Belichtungsschritt die Photolackschicht von
10 der Phasenmaske beabstandet sein, was dessen Durchführung erleichtert. Sie muss jedoch im Nahfeld, d. h. in der Regel in einem Abstand von weniger als $100\text{ }\mu\text{m}$ angeordnet sein, damit das Beugungsmuster hinreichend ausgeprägt ist. Der Abstand kann etwa zwischen $2\text{ }\mu\text{m}$ und $100\text{ }\mu\text{m}$ liegen. Als
15 Lichtquelle kann statt einer Quecksilberdampf Lampe auch ein Laser, insbesondere ein Excimer-Laser eingesetzt werden. Als Material für die Wellenleiterschicht kommen neben Ta_2O_5 auch andere Substanzen in Frage, insbesondere Nb_2O_5 , TiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$, HfO_2 , Y_2O_3 , SiO_xN_y , Si_3N_4 , HfO_xN_y , AlO_xN_y ,
20 TiO_xN_y , MgF_2 oder CaF_2 .

Bezugszeichenliste

1	Glassubstrat
2	Wellenleiterschicht
3	Koppelgitterstreifen
25 4	Aufsatz
5	Deckplatte
6	Oeffnung
7	Rohrabschnitt
8	Kavität
30 9	Optik
10	Photolackschicht

15100

- 11 " " • Quecksilberdampf Lampe
- 12 Optik
- 13, 13' Umlenkspiegel
- 14 Phasenmaske
- 5 15 Quarzsubstrat
- 16 Photolackschicht
- 17 Chromschicht
- 18 Photolackschicht

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Wellenleiterplatte mit einem plattenförmigen
Glassubstrat (1), welches eine Wellenleiterschicht (2)
trägt, mit, auf der die Wellenleiterschicht (2)
5 tragenden Oberfläche, mindestens einem Koppelgitter,
welches als Liniengitter mit einer Periode zwischen
150 nm und 1'000 nm ausgebildet ist, dessen Ausdehnung
linienparallel mindestens 5 cm beträgt, **dadurch**
gekennzeichnet, dass sich der Koppelwinkel (Θ) entlang
10 der Linie um höchstens $0,1^\circ/\text{cm}$ ändert und der
Absolutbetrag der Abweichung des Koppelwinkels (Θ) von
einem Sollwert auf der Wellenleiterplatte $0,5^\circ$ nicht
überschreitet.
2. Wellenleiterplatte nach Anspruch 1, **dadurch**
15 **gekennzeichnet, dass** die Ausdehnung des Koppelgitters
entlang der Linie mindestens 1 cm beträgt.
3. Wellenleiterplatte nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch**
gekennzeichnet, dass sich der Koppelwinkel (Θ) entlang
der Linie um höchstens $0,05^\circ/\text{cm}$ ändert.
- 20 4. Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Absolutbetrag der
Abweichung des Koppelwinkels (Θ) von seinem Mittelwert
auf der Wellenleiterplatte $0,3^\circ$, vorzugsweise $0,15^\circ$
nicht überschreitet.
- 25 5. Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der Brechungsindex der
Wellenleiterschicht (2) zwischen 1,65 und 2,80 liegt.

18.000

6. Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenleiterschicht
(2) aus Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , TiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$, HfO_2 ,
 Y_2O_3 , SiO_xN_y , Si_3N_4 , HfO_xN_y , AlO_xN_y , TiO_xN_y , MgF_2 oder CaF_2
besteht.
7. Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der
Wellenleiterschicht (2) zwischen 50 nm und 200 nm
beträgt.
8. Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass das Nut-Steg-Verhältnis
des mindestens einen Koppelgitters zwischen 0,3:1 und
3:1, vorzugsweise zwischen 0,7:1 und 1,5:1 liegt.
9. Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Gittertiefe des
mindestens einen Koppelgitters zwischen 5 nm und 75 nm
liegt.
10. Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine
Koppelgitter nur einen Teil der Oberfläche der
Wellenleiterplatte bedeckt, während ein verbleibender
Teil frei bleibt.
11. Wellenleiterplatte nach Anspruch 10, **dadurch**
gekennzeichnet, dass sie mindestens ein Koppelgitter
aufweist, das als Koppelgitterstreifen (3) ausgebildet
ist, der sich linienparallel im wesentlichen über die
ganze Breite oder Länge der Wellenleiterplatte
erstreckt.

18000

12. Wellenleiterplatte nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Koppelgitterstreifen (3) mit Abstand parallel zueinander angeordnet sind.
13. Mikrotiterplatte mit einer Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 12 sowie mit einem wabenartigen Aufsatz (4), welcher in einem regelmässigen Raster angeordnete Kavitäten (8) jeweils seitlich begrenzt, deren Boden jeweils von der Wellenleiterplatte gebildet wird.
- 10 14. Verfahren zur Herstellung einer Wellenleiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Glassubstrat (1) mit einer Photolackschicht (10) bedeckt wird,
 - 15 - das Glassubstrat (1) im Nahfeld einer Phasenmaske (14) angeordnet wird, wobei die Photolackschicht (10) derselben zugewandt ist,
 - die Phasenmaske (14) unter einem Winkel belichtet wird, der vom Lithrow-Winkel (Θ_L) oder einem rechten Winkel um nicht mehr als 10° , vorzugsweise nicht mehr als 5° abweicht,
 - 20 - die Photolackschicht (10) entwickelt und das Glassubstrat (1) zur Herstellung der Koppelgitterstrukturen einem Aetzprozess unterzogen wird,
 - 25 - die Photolackschicht (10) entfernt und die Wellenleiterschicht (2) aufgebracht wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belichtung der Photolackschicht (10) mittels einer Quecksilberdampfampe (11) erfolgt.
- 30

150/00

- 16: Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phasenmaske (14) vorgängig photolithographisch im Laser-Zweistrahlinterenferenzverfahren strukturiert wird.
- 5 17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phasenmaske (14) ein transparentes Substrat umfasst, das eine strukturiert durchbrochene Schicht aus einem intransparenten Material trägt.
- 10 18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat ein Quarzsubstrat (15) und die Schicht aus einem intransparenten Material eine Chromschicht (17) ist.
- 15 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Belichtung der Photolackschicht (10) dieselbe in Vakuumkontakt mit der Phasenmaske (14) steht.
- 20 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Belichtung der Photolackschicht (10) der Abstand zwischen derselben und der Phasenmaske (14) zwischen 2 μm und 100 μm liegt.
- 25 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich beim Aetzprozess um reaktives Ionenätzen handelt, vorzugsweise mit einem Gas, welches mindestens eine der folgenden Komponenten enthält: Ar, CHClF_2 , CHF_3 .
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellenleiterschicht (2) durch

150/00

reaktives DC-Magnetron-Sputtern, insbesondere gepulstes
DC-Sputtern oder AC-überlagertes DC-Sputtern
aufgebracht wird.

Z U S A M M E N F A S S U N G

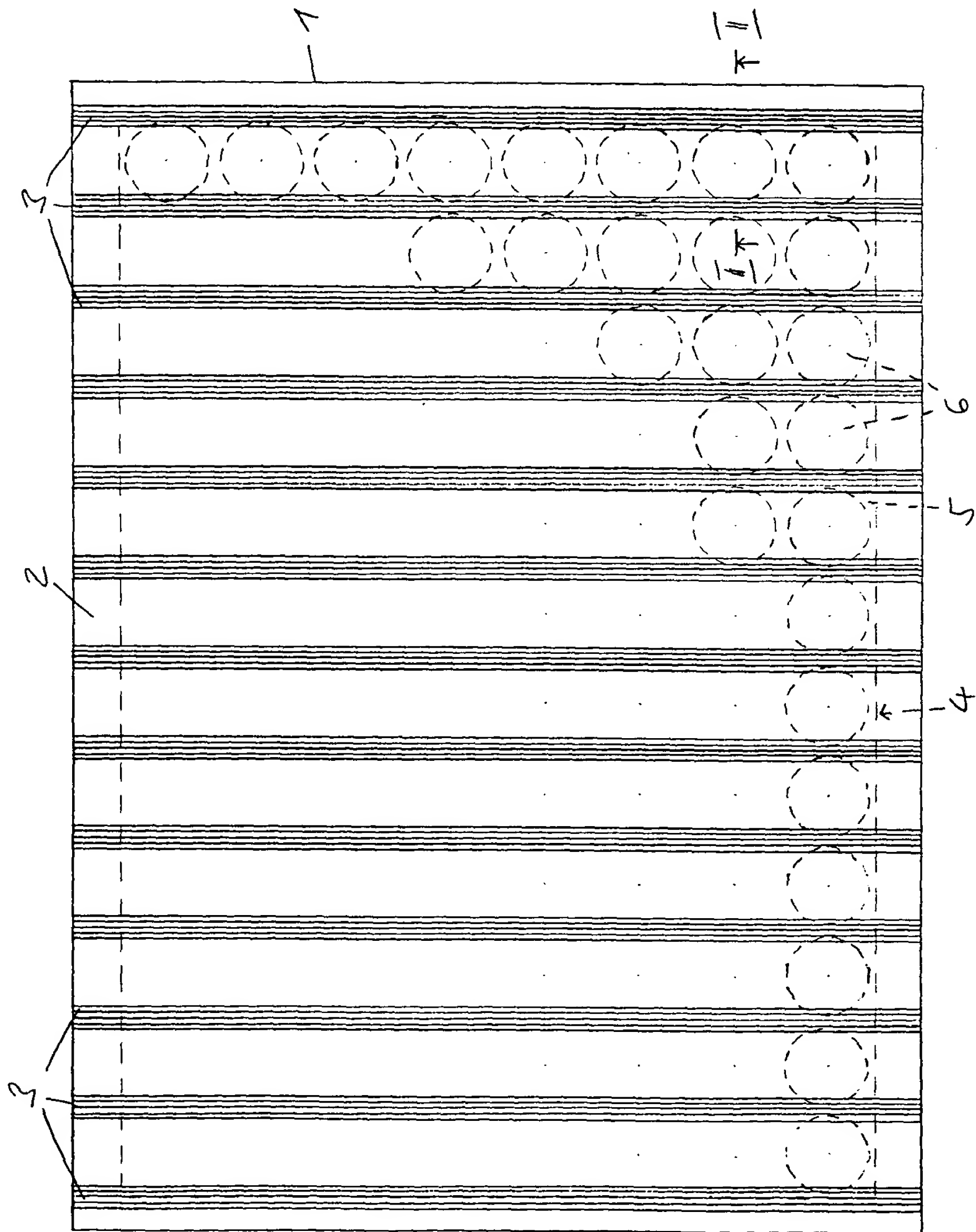
Eine Wellenleiterplatte aus einem mit einer Wellenleiterschicht bedeckten Glassubstrat (1) weist mit Abstand aufeinanderfolgende Koppelgitterstreifen auf, bei
5 welchen sich der Koppelwinkel linienparallel um höchstens $0,1^\circ/\text{cm}$, vorzugsweise höchstens $0,05^\circ/\text{cm}$ ändert. Die Abweichung von seinem Mittelwert beträgt über die gesamte Wellenleiterplatte höchstens $0,3^\circ$, vorzugsweise höchstens $0,15^\circ$. Sie eignet sich als Bestandteil einer
10 Mikrotiterplatte für chemische Analysen mittels Fluoreszenzanregung. Zu ihrer Herstellung wird das Glassubstrat (1) mit einer Photolackschicht (10) bedeckt und mittels einer Quecksilberdampflampe (11) über einen Umlenkspiegel (13, 13') durch eine Phasenmaske (14), in
15 deren Nahfeld sie angeordnet ist, etwa unter dem Lithrowinkel (Θ_L) oder einem rechten Winkel belichtet, dann durch reaktives Ionenätzen strukturiert und durch reaktives DC-Magnetron-Sputtern, insbesondere gepulstes DC-Sputtern oder AC-überlagertes DC-Sputtern mit der Wellenleiterschicht
20 versehen.

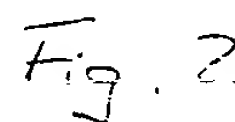
(Fig. 5)

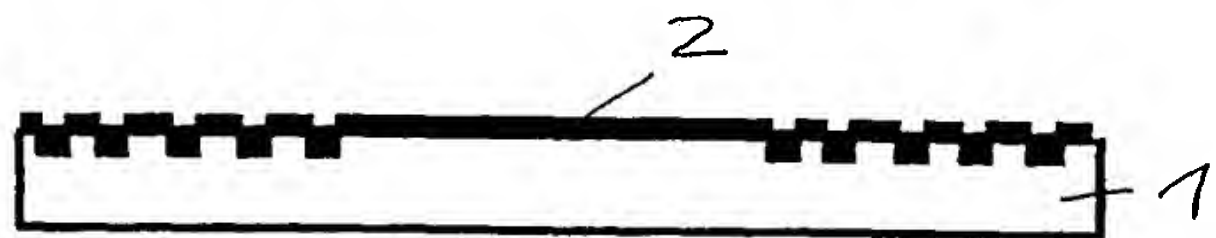
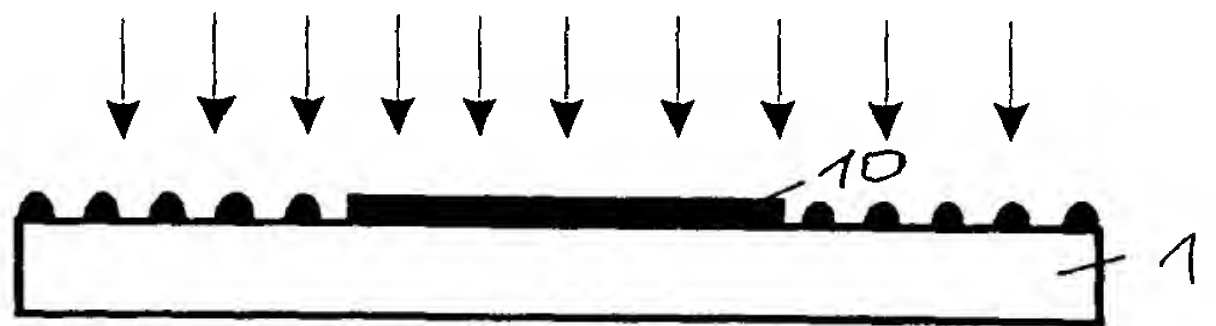
Unv ränderliches Exemplar
Exemplaire invariable
Es mplate Immutabil

180/00

Fig. 1







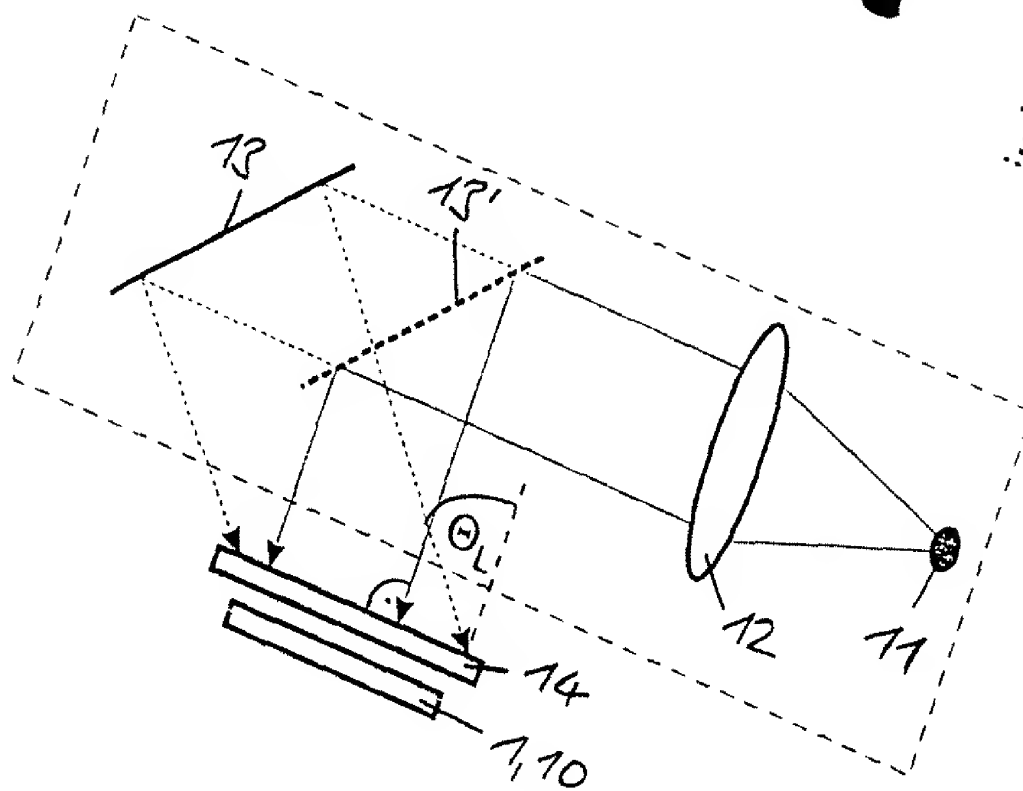


Fig. 5

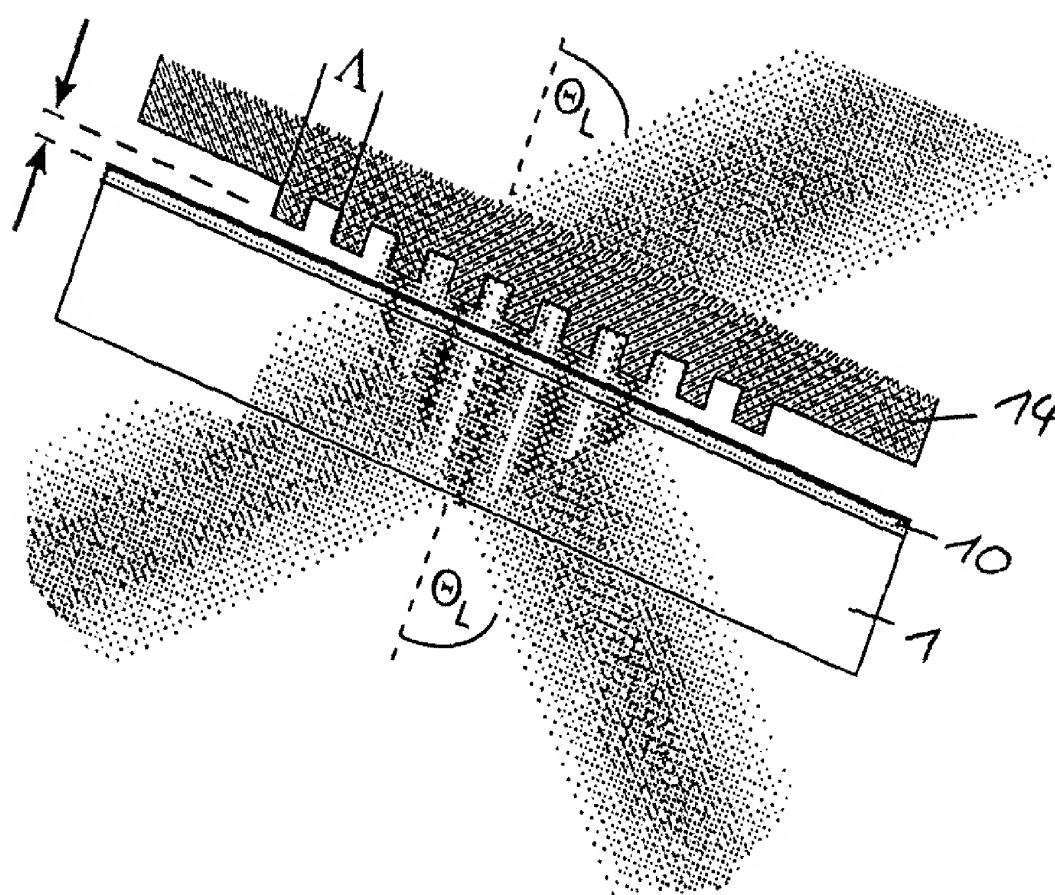


Fig. 6

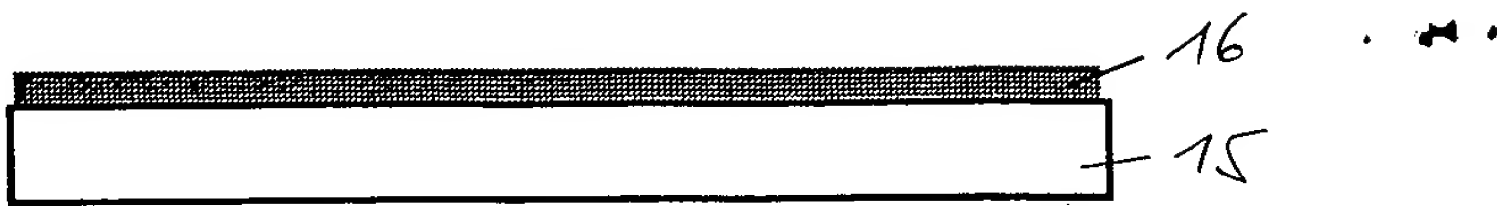


Fig. 7a



Fig. 7b



Fig. 7c



Fig. 7d

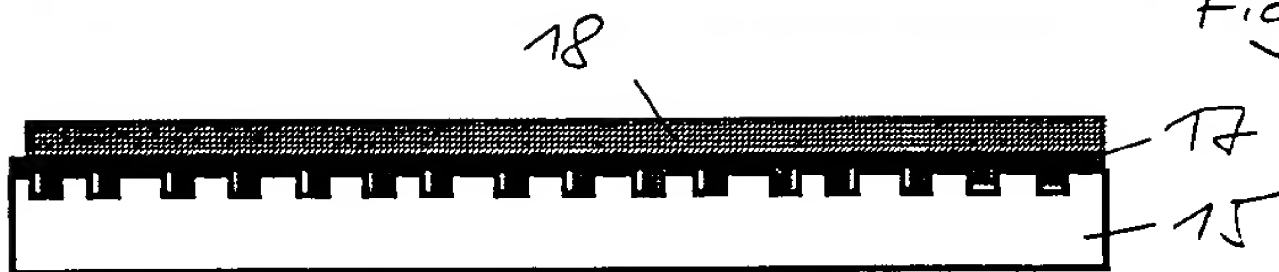


Fig. 7e

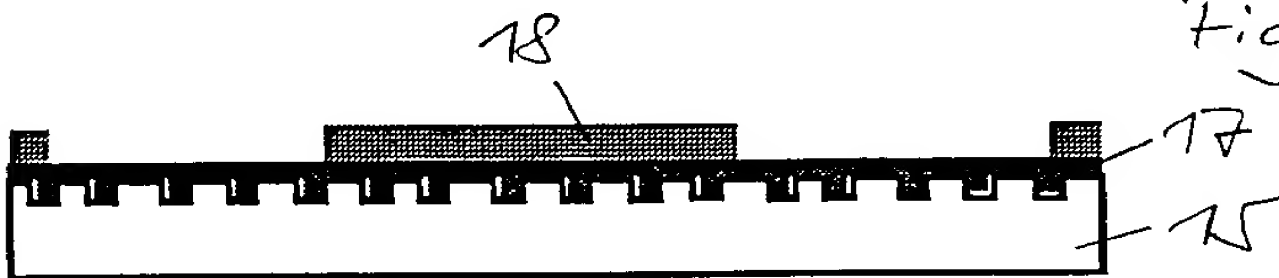


Fig. 7f

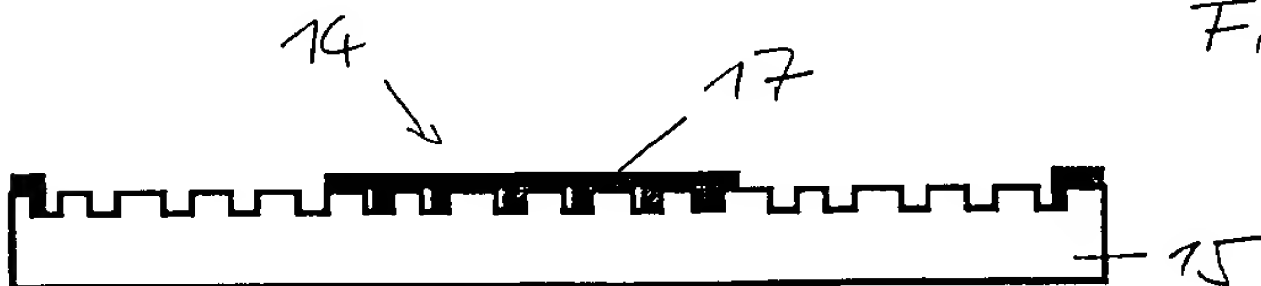


Fig. 7g